

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



DE 04/1425

REC'D 20 AUG 2004	
WIPO	PCT

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 31 351.6

**Anmeldetag:** 11. Juli 2003

**Anmelder/Inhaber:** MTU Aero Engines GmbH, 80995 München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen einer korrosionsbeständigen und oxidationsbeständigen Beschichtung sowie Bauteil mit einer solchen Beschichtung

**IPC:** C 23 C, C 23 F, B 05 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. Juli 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Letang

BEST AVAILABLE COPY



**Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen einer korrosionsbeständigen und oxidationsbeständigen Beschichtung sowie Bauteil mit einer solchen Beschichtung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer korrosionsbeständigen und oxidationsbeständigen Beschichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Herstellen einer korrosionsbeständigen und oxidationsbeständigen Beschichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 14 und ein Bauteil mit einer solchen Beschichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 17.

Beim Betrieb von Bauteilen, insbesondere Bauteilen von Gasturbinen, bei hohen Temperaturen sind deren freie Oberflächen stark korrodierenden und oxidierenden Bedingungen ausgesetzt. Beim Einsatz in Gasturbinen können derartige Bauteile zum Beispiel aus einer Superlegierung auf Nickelbasis oder Kobaltbasis bestehen. Zum Schutz vor Korrosion, Oxidation oder auch Erosion werden die Bauteile mit Beschichtungen versehen, die aus Metallpulvern hergestellt werden.

Aus der DE 198 07 636 C1 ist ein Verfahren zum Herstellen einer korrosionsbeständigen und oxidationsbeständigen Schlickerschicht bekannt. Bei dem dort beschriebenen Verfahren wird ein Schlickerwerkstoff durch Mischen von einer Bindemittel-Lösung mit einem Aluminium oder Chrom enthaltenden Ausgangspulver und einem wenigstens ein Element aus Aluminium, Platin, Palladium oder Silizium enthaltenden Zugabepulver hergestellt, wobei das Zugabepulver bei einem ausschließlich Aluminium enthaltenden Ausgangspulver kein Aluminium umfasst. Nach dem dort beschriebenen Verfahren wird anschließend der so hergestellte Schlickerwerkstoff auf ein Bauteil aufgetragen und anschließend ausgehärtet. Eine sich an das Aushärten anschließende Wärmebehandlung dient dem Eindiffundieren der Schlickerschicht in das Bauteil. Bei dem in der DE 198 07 636 C1 beschriebenen Verfahren werden demnach ein Zugabepulver und ein Ausgangspulver gemischt und diese Mischung aus unterschiedlichen Metall-Gruppen wird in einem Schritt auf das Bauteil aufgetragen.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, ein neuartiges Verfahren und eine neuartige Vorrichtung zum Herstellen einer korrosionsbeständigen und

oxidationsbeständigen Beschichtung sowie ein Bauteil mit einer solchen Beschichtung zu schaffen.

5 Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass das eingangs genannte Verfahren durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist.

10 Erfindungsgemäß umfasst das Verfahren folgende Schritte: Bereitstellen einer Paste, die neben einem Bindemittel als Metall ausschließlich mindestens ein Metall der Platin-Gruppe enthält; vorzugsweise Verdünnen der Paste; anschließendes Auftragen der vorzugsweise verdünnten Paste auf das Bauteil; darauffolgendes Trocknen und Wärmebehandeln des mit der Paste beschichteten Bauteils; anschließendes Alitieren des mit der Paste beschichteten Bauteils.

15 Im Unterschied zum bereits diskutierten Stand der Technik liegt es demnach im Sinne des erfindungsgemäßen Verfahrens, eine Paste, die als Metall ausschließlich Metalle der Platin-Gruppe enthält, in einem ersten Schritt auf das Bauteil aufzutragen und nach dem Trocknen und Wärmebehandeln des mit der Paste beschichteten Bauteils in einem zweiten Schritt das Alitieren des mit der Paste beschichteten Bauteils vorzunehmen. Der Kern der hier vorliegenden Erfindung besteht darin, einerseits eine entsprechende Paste  
20 auszuwählen und andererseits das Alitieren in einem eigenständigen Verfahrensschritt vorzunehmen. Es hat sich gezeigt, dass mit der sich hierbei einstellenden Beschichtung ein effektiver Schutz von Turbinenschaufeln vor Oxidation und Korrosion, insbesondere Sulfidation bzw. Hochtemperaturkorrosion, gewährleistet werden kann.

25 Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung enthält die Paste neben einem Bindemittel als Metall Platin und/oder Palladium. Besonders bevorzugt ist folgende Zusammensetzung der unverdünnten Paste: Palladium in einem Anteil von 25-35 Gew.-%, Platin in einem Anteil von 25-35 Gew.-%, Terpeneol in einem Anteil von 15-25 Gew.-%, Harz (Rosin) in einem Anteil von 10-20 Gew.-%, und Terpentin in einem Anteil von 1-5 Gew.-%.

30

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Herstellen einer korrosionsbeständigen und oxidationsbeständigen Beschichtung ist durch die Merkmale des unabhängigen

Patentanspruchs 14 gekennzeichnet. Das erfindungsgemäße Bauteil ist durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs 17 gekennzeichnet.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen  
5 Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nachfolgend, ohne hierauf beschränkt zu sein, in größerem Detail beschrieben.

10 Zur Herstellung der korrosionsbeständigen und oxidationsbeständigen Beschichtung für ein Bauteil werden die zu beschichtenden Oberflächen des Bauteils gestrahlt, um so eine metallisch blanke Oberfläche am Bauteil zu erhalten. Anstelle des Strahlens kann selbstverständlich jedes andere Verfahren eingesetzt werden, um eine metallisch blanke Oberfläche zu erhalten.

15

Nachfolgend wird eine Paste hergestellt bzw. bereitgestellt. Die Paste enthält neben einem Bindemittel als Metall ausschließlich mindestens ein Metall der Platin-Gruppe.

20 So kann es sich bei der Paste zum Beispiel um eine hochreine Platin-Paste handeln, die als Bindemittel Terpeneol und als Metall ausschließlich Platin aufweist. Die Zusammensetzung dieser hochreinen Platinpaste enthält Platin in einem Anteil von 85 bis 90 Gew.-% und Terpeneol in einem Anteil von 10 bis 15 Gew.-%.

25 Bevorzugt ist jedoch die Verwendung einer Platin-Palladium-Paste. Diese enthält Palladium in einem Anteil von 25 bis 35 Gew.-%, Platin in einem Anteil von 25 bis 35 Gew.-%, Alpha Terpeneol in einem Anteil von 25 bis 35 Gew.-%, Harz in einem Anteil von 10 bis 20 Gew.-% und Terpentin in einem Anteil von 1 bis 5 Gew.-%.

30 Die Paste wird anschließend auf das Bauteil aufgetragen. Vor dem Auftragen der Paste wird dieselbe vorzugsweise verdünnt. Hierdurch wird eine verdünnte, dünnflüssige Paste bereitgestellt, die besser auf das Bauteil aufgetragen werden kann. Als Verdünner eignet sich zum Beispiel ein Terpentinöl. Je 5 Gramm unverdünnter Paste werden vorzugsweise 2 bis 4 ml, insbesondere 2,5 bis 3 ml, Terpentinöl als Verdünner verwendet.

Das Auftragen erfolgt durch Spritzen, Pinseln, Tauchen, Fluten, Ausgießen oder auch Siebdruck. Die Entscheidung, wie die Paste auf das Bauteil aufgetragen wird, hängt selbstverständlich auch von den Bereichen des Bauteils ab, auf welche die Paste aufgetragen werden soll. Soll die Paste auf das gesamte Bauteil aufgetragen werden, so kann das Tauchen verwendet werden. Soll jedoch die Paste nur auf ausgewählte Bereiche aufgetragen werden, so wird vorzugsweise Spritzen oder Pinseln eingesetzt.

Nach dem Auftragen der Paste auf das Bauteil bzw. auf entsprechende Abschnitte des Bauteils erfolgt ein Aushärten bzw. Trocknen der Paste mit einer anschließenden Wärmebehandlung. Die Wärmebehandlung dient dem Eindiffundieren der Metalle der Paste in das Bauteil. Dies kann durch aus dem Stand der Technik bekanntes Diffusionsglühen oder Vakuumglühen erfolgen.

Das Auftragen, Trocknen und Wärmebehandeln (Eindiffundieren) der Paste wird solange wiederholt, bis eine definierte bzw. gewünschte Beschichtung des Bauteils mit den Metallen der Paste, also mit Platin und/oder Palladium, erzielt worden ist.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass beim Wiederholen des Auftragens, Trocknens und Wärmebehandelns auch die Paste gewechselt werden kann. So kann in einem ersten Schritt eine ausschließlich Platin enthaltende Paste, in einem darauffolgenden ersten Wiederholungsschritt eine Platin und Palladium enthaltende Paste und in einem zweiten Wiederholungsschritt eine ausschließlich Palladium enthaltende Paste verwendet werden. Durch geeignete Auswahl der Pasten und deren Kombination in den Wiederholungsschritten lässt sich die Beschichtung genau einstellen.

Nach dem Trocknen der Paste und Eindiffundieren der Metalle der Paste in das Bauteil wird anschließend das mit der Paste beschichtete Bauteil alitiert, d.h. mit Aluminium beschichtet. Das Alitieren kann als Gasdiffusions-Alitieren oder Pulverpackungs-Alitieren durchgeführt werden. Die Details dieser Alitierverfahren sind dem hier angesprochenen Fachmann geläufig. Das Alitieren erfolgt erst im Anschluss an das gegebenenfalls wiederholte Auftragen, Trocknen und Wärmebehandeln des mit Paste beschichteten Bauteils.

Beim Alitieren kann zum Beispiel wie in Fig. 1 gezeigt vorgegangen werden. So zeigt Fig. 1 ein mit der Paste beschichtetes Bauteil 10, welches in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 11 positioniert ist. Bei dem Bauteil 10 handelt es sich um eine Turbinenschaufel. Ein sogenannter Damper-Pocket-Bereich 12 der Turbinenschaufel soll mit der Beschichtung versehen werden. Wie Fig. 1 zeigt, ragt ein Schaufelblatt 13 nach unten aus der erfindungsgemäßen Vorrichtung 11 heraus, der Damper-Pocket-Bereich 12 und ein sich an den Damper-Pocket-Bereich 12 anschließender Schaufelfuß 14 befinden sich innerhalb der erfindungsgemäßen Vorrichtung 11.

Der zu beschichtende und bereits mit der Paste bestrichene Damper-Pocket-Bereich 12 des Bauteils 10 ist von einer Alitierpaste 15 umgeben. Die Alitierpaste 15 wird von einem Abdeckpulver 16 bedeckt, wobei das Abdeckpulver 16 als  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ausgebildet ist und mit einem Aktivator gemischt ist. Hierdurch kann ein möglicher Aktivatorverlust während des Alitervorgangs ausgeglichen werden. Das Alitieren erfolgt bei  $700^\circ\text{C}$  bis  $1150^\circ\text{C}$  unter Schutzgasatmosphäre. Als Schutzgas bzw. Inertgas kann Argon oder Helium verwendet werden. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Alitervorgang handelt es sich um das Pulverpackungs-Alitieren. Bedingt dadurch, dass die zu beschichtende Turbinenschaufel 10 mit dem Schaufelfuß 14 nach oben in der Vorrichtung 11 positioniert ist, wirkt die Alitierpaste 15 und das Abdeckpulver 16 unter Schwerkraft auf den zu beschichtenden Damper-Pocket-Bereich 12 der Turbinenschaufel 10 ein.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 11 ist als ein kapselförmiger Behälter aus Blech ausgebildet, der in seinem Bodenbereich eine Durchtrittsöffnung für das Schaufelblatt 13 aufweist. In den Behälter ist bei im Behälter positionierter Turbinenschaufel 10 die Alitierpaste 15 und das Abdeckpulver 16 samt Aktivator einbringbar. Hierzu dient eine Chargiereinrichtung 17, die in Fig. 1 seitlich neben der Vorrichtung 10 angeordnet ist.

Unterhalb des Schaufelblatts 13 ist stark schematisiert eine Draufsicht auf drei Vorrichtung 10 gezeigt, die von seitlich neben den Vorrichtungen 10 angeordneten Fördereinrichtungen 18 in Richtung des Pfeil 19 fortbewegt und dabei durch unterschiedliche Stationen 20, 21 und 22 bewegt werden. Im Bereich der Station 20 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel die Chargiereinrichtung 17 positioniert, wie dies durch den

Pfeil 23 angedeutet ist. In Bewegungsrichtung hinter der Chargiereinrichtung 17 ist ein Ofen (nicht gezeig) für das Alitieren unter Schutzgasatmosphäre angeordnet.

Es ist demnach eine Erkenntnis der hier vorliegenden Erfindung, eine korrosionsbeständige sowie oxidationsbeständige Beschichtung dadurch bereitzustellen, dass in einem ersten Schritt eine Paste auf das Bauteil aufgetragen wird, wobei die Paste neben einem Bindemittel als Metall ausschließlich Metalle der Platin-Gruppe enthält. Daraufgehend wird in einem zweiten Schritt das Alitieren durchgeführt. Da die Paste vorzugsweise verdünnt wird, wird der erste Schritt vorzugsweise wiederholt.

10

Die Paste mit dem Metall bzw. Metallen der Platin-Gruppe wird nicht galvanisch aufgetragen, sondern vielmehr als sogenannte Schlickerschicht durch Pinseln, Spritzen oder dergleichen. Dies kann mit geringerem Aufwand durchgeführt werden und hat daher fertigungstechnische Vorteile.

15

Nach einem weiteren Aspekt der hier vorliegenden Erfindung wird die Paste ausschließlich auf ausgewählte Bereiche der Turbinenschaufeln aufgetragen, nämlich auf die nicht-strömungsbeaufschlagten Oberflächen der Turbinenschaufeln. So hat sich gezeigt, dass im sogenannten Damper-Pocket-Bereich von Turbinenschaufeln mit der erfindungsgemäßen Beschichtung ein besonders effektiver Schutz vor Sulfidation bzw.

20

Hochtemperaturkorrosion erzielt werden kann. Auch lassen sich Hohlräume in Kühlkanälen von Gasturbinenschaufeln so gut vor Sulfidation schützen.

Bezugszeichenliste

	Bauteil	10
	Vorrichtung	11
5	Damper-Pocket-Bereich	12
	Schaufelblatt	13
	Schaufelfuß	14
	Alitierpaste	15
	Abdeckpulver	16
10	Chargiereinrichtung	17
	Fördereinrichtung	18
	Pfeil	19
	Station	20
	Station	21
15	Station	22
	Pfeil	23



## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer korrosionsbeständigen und oxidationsbeständigen Beschichtung für ein Bauteil, **gekennzeichnet durch folgende Schritte:**
- 5
- a) Bereitstellen einer Paste, die neben einem Bindemittel als Metall ausschließlich mindestens ein Metall der Platin-Gruppe enthält,
  - b) Auftragen der Paste zumindest bereichsweise auf das Bauteil,
  - c) Trocknen und Wärmebehandeln des mit der Paste zumindest
  - 10 bereichsweise beschichteten Bauteils,
  - d) anschließendes, zumindest bereichsweise Alitieren des mit der Paste zumindest bereichsweise beschichteten Bauteils.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Paste vor dem Auftragen zu einer verdünnten Paste verdünnt wird.
- 15
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Paste als Metall ausschließlich Platin und/oder Palladium enthält.
- 20
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Paste als Metall ausschließlich Platin und als Bindemittel Terpeneol enthält.
- 25
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Paste als Metalle ausschließlich Platin und Palladium enthält.
- 30
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unverdünnte Paste folgende Zusammensetzung aufweist:
- Palladium in einem Anteil von 25-35 Gew.-%,
- Platin in einem Anteil von 25-35 Gew.-%,
- Terpeneol in einem Anteil von 15-25 Gew.-%,
- Harz in einem Anteil von 10-20 Gew.-%, und

Terpentin in einem Anteil von 1-5 Gew.-%.

5 7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Paste mit einem Terpentinöl zu einer dünnflüssigen Paste verdünnt wird.

10 8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Auftragen der Paste auf das Bauteil durch Spritzen, Pinseln, Tauchen, Fluten oder Siebdruck durchgeführt wird.

15 9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil vor dem Auftragen der Paste gestrahlt wird.

20 10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Wärmebehandeln des mit der Paste zumindest bereichsweise beschichteten Bauteils das oder jedes in der Paste enthaltene Metall in das Bauteil eindiffundiert.

25 11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verfahrensschritte a) und b) solange wiederholt werden, bis das Bauteil eine definierte Platin- und/oder Palladiumbeschichtung aufweist, und dass anschließend das Alitieren erfolgt.

30 12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil eine Turbinenschaufel einer Gasturbine ist, auf deren nicht-strömungsbeaufschlagte Bereiche die Paste aufgetragen wird.

35 13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der nicht-strömungsbeaufschlagte Bereich der Damper-Pocket-Bereich der Turbinenschaufel ist.

40 14. Vorrichtung zum Herstellen einer korrosionsbeständigen und oxidationsbeständigen Beschichtung für ein Bauteil (10) einer Gasturbine,

insbesondere zur Beschichtung eines Damper-Pocket-Bereichs einer Turbinenschaufel, **gekennzeichnet durch** ein Gehäuse zur Aufnahme des zumindest bereichsweise mit einer Paste beschichteten Bauteils (10), wobei das Bauteil (10) derart in dem Gehäuse positionierbar ist, dass eine in das Gehäuse einzubringende Alitierpaste (15) samt Abdeckpulver (16) unter Schwerkraft auf den zu beschichtenden Bereich (12) des Bauteils (10) einwirkt.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse in einem Bodenbereich eine Durchtrittsöffnung aufweist, so dass bei einem als Turbinenschaufel ausgebildeten Bauteil (10) ein Schaufelblatt (13) nach unten durch die Durchtrittsöffnung ragt und ein zu beschichtender Damper-Pocket-Bereich (12) der Turbinenschaufel samt Schaufelfuß (14) in das Gehäuse hineinragt.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Chargiereinrichtung (17) im Bereich einer Station (20) positioniert ist, durch welche das Gehäuse samt im Gehäuse positioniertem Bauteil (10) bewegt wird, wobei die Chargiereinrichtung (17) dem Einbringen der Alitierpaste (15) und des Abdeckpulvers (16) in das Gehäuse dient.

17. Bauteil, insbesondere Turbinenschaufel einer Gasturbine, mit einer korrosionsbeständigen und oxidationsbeständigen Beschichtung, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung eine Paste, die mindestens ein Metall der Platin-Gruppe enthält, umfasst, wobei die Paste zumindest bereichsweise auf das Bauteil aufgetragen ist, und wobei auf die mit Paste beschichteten Bereiche des Bauteils eine Alitierschicht aufgebracht ist.

18. Bauteil nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Paste neben einem Bindemittel als Metall ausschließlich Platin und/oder Palladium aufweist.

19. Bauteil nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Paste als Metall ausschließlich Platin und als Bindemittel Terpeneol enthält.

P801493

20. Bauteil nach einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil eine Turbinenschaufel einer Gasturbine ist, auf deren nicht-strömungsbeaufschlagte Bereiche die Paste aufgetragen wird.

5 21. Bauteil nach einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13 hergestellt ist.

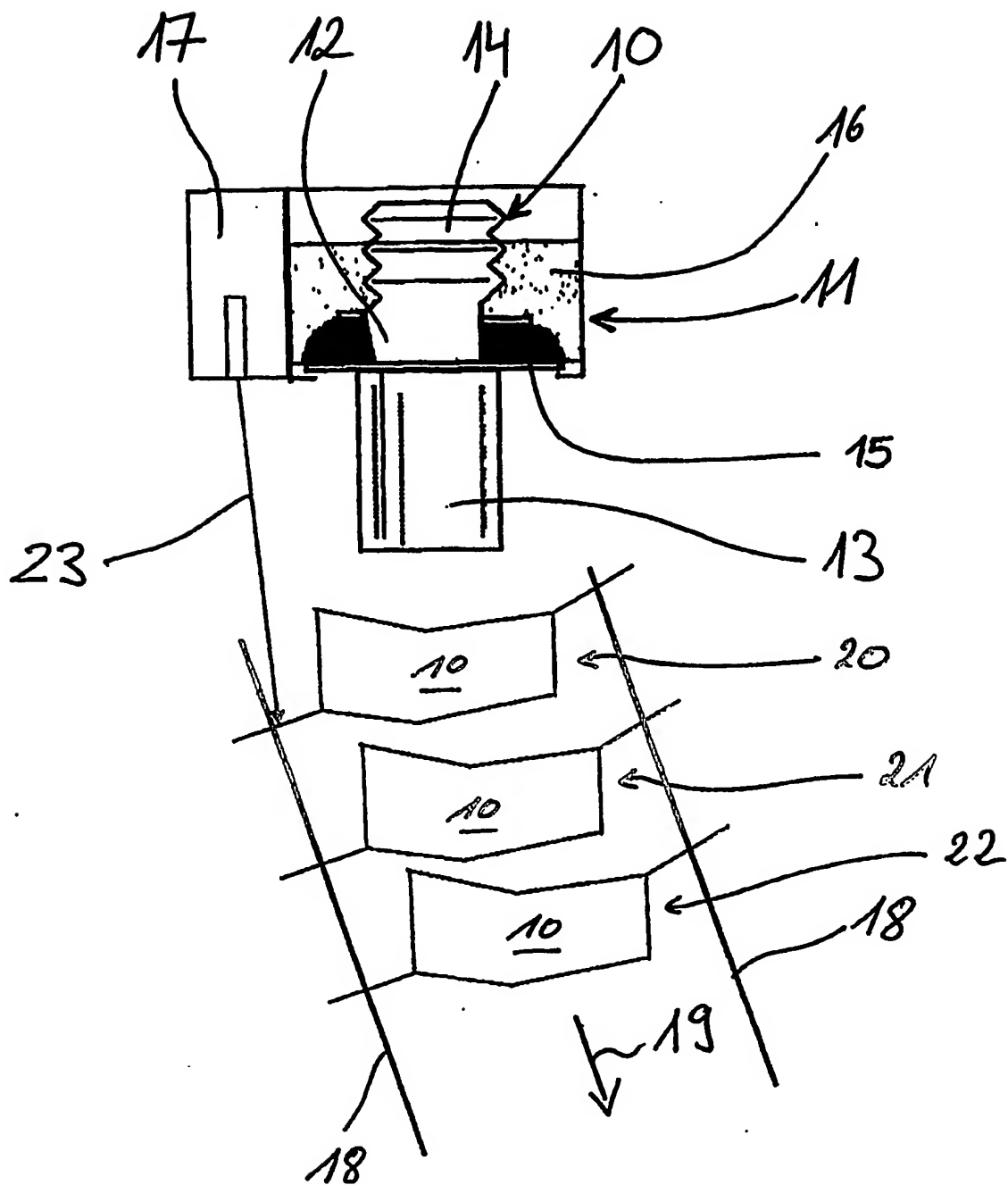


Fig. 1

### **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft Verfahren zum Herstellen einer korrosionsbeständigen und oxidationsbeständigen Beschichtung für ein Bauteil.

5

Nach der Erfindung wird eine Paste, die neben einem Bindemittel als Metall ausschließlich mindestens ein Metall der Platin-Gruppe enthält, auf das Bauteil aufgetragen. Nach dem Aushärten bzw. Trocknen der Paste erfolgt ein Alitieren des mit der Paste beschichteten Bauteils (Fig. 1).

10

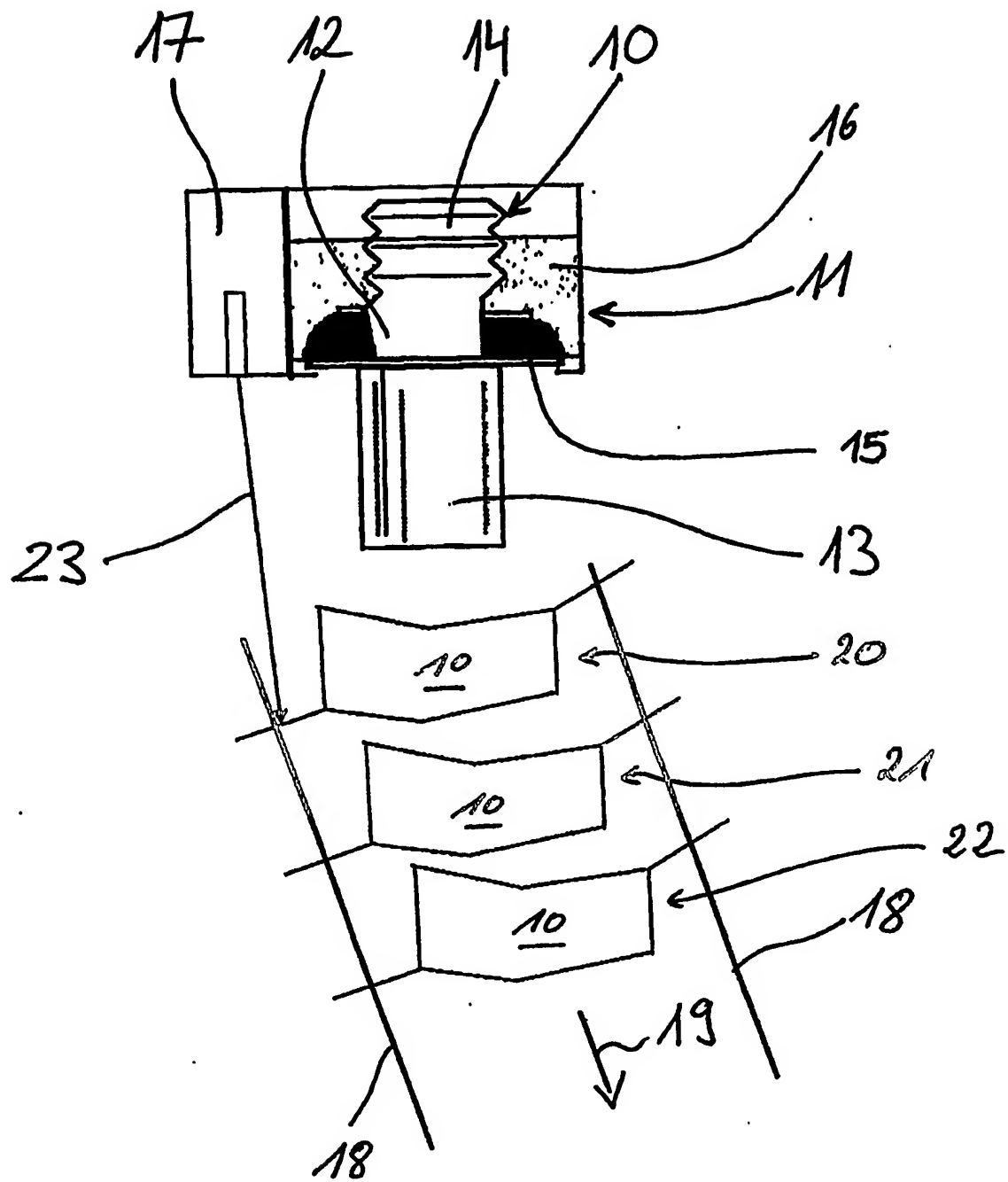


Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**